

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-073929
 (43)Date of publication of application : 19.03.1996

(51)Int.Cl. C21D 1/18
 C21D 1/10
 C21D 9/00
 C21D 9/28
 C21D 9/32
 C22C 38/00
 C22C 38/44

(21)Application number : 06-229036 (71)Applicant : KOMATSU LTD
 (22)Date of filing : 31.08.1994 (72)Inventor : HAMASAKA NAOHARU
 HANADA YOICHIRO

(54) MACHINE ELEMENT PART AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To manufacture a machine element part capable of reducing cost with a rapid heat treatment and easily obtaining a desired mechanical property for the part having various kinds of sizes and shapes, and to provide a manufacturing method thereof.

CONSTITUTION: This machine element part is made of a steel containing 0.6-0.9wt.% C and a hardened layer is formed on the surface part and a non-hardened part is formed in the inner part and also, the surface part liable to form the shape edge has the dull shape to quenching crack. Further, in the manufacturing method of the machine element part, the steel containing 0.6-0.9wt.% C is worked to a prescribed shape and the induction hardening is applied to the worked material, and after forming the hardened layer on the surface of the worked material, this worked material is tempered. Further, at the time of working to the prescribed shape, the surface part forming the sharp edge is worked into the dull shape.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.03.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-73929

(43)公開日 平成8年(1996)3月19日

(51)Int.Cl. ^o	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 21 D	1/18	Z		
	1/10	A		
		Z		
	9/00	E 9352-4K		
	9/28	A		

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全6頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平6-229036	(71)出願人	000001236 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂二丁目3番6号
(22)出願日	平成6年(1994)8月31日	(72)発明者	浜坂 直治 大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小 松製作所生産技術研究所内

(72)発明者 花田 洋一郎
大阪府枚方市上野3-1-1 株式会社小
松製作所生産技術研究所内

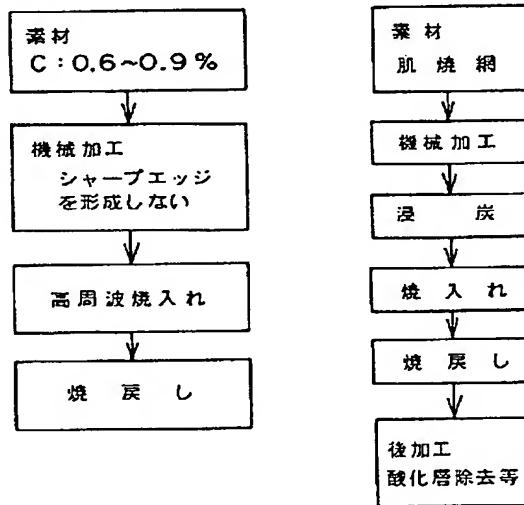
(74)代理人 弁理士 橋爪 良彦

(54)【発明の名称】 機械要素部品及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 短時間な熱処理でコストを低減すると共に、多様な寸法形状の部品に対しても、容易に所望される機械的性質を得ることができる機械要素部品及びその製造方法を提供する。

【構成】 機械要素部品は、C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材からなり、表面部には硬化層を形成し、内部には未硬化部を形成すると共に、シャープエッジを形成しやすい表面部分が焼割れに対して鈍感な形状である。また、機械要素部品の製造方法は、C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材を所定の形状に加工し、加工物に高周波焼入れを施して加工物表面に硬化層を形成した後、この加工物を焼戻しする。さらに、前記所定の形状に加工する際、シャープエッジを形成する表面部を、鈍感な形状に加工する。



(a) 本実施例

(b) 従来例(焼戻し)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材からなり、表面部には硬化層を形成し、内部には未硬化部を形成すると共に、シャープエッジを形成しやすい表面部分が焼割れに対して鈍感な形状であることを特徴とする機械要素部品。

【請求項2】 前記焼割れに対して鈍感な形状は、所定の焼割れ感受性値となる形状であることを特徴とする請求項1記載の機械要素部品。

【請求項3】 C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材を所定の形状に加工し、前記加工物に高周波焼入れを施して前記加工物表面に硬化層を形成した後、前記加工物を焼戻しすることを特徴とする機械要素部品の製造方法。

【請求項4】 前記所定の形状に加工する際、シャープエッジを形成する表面部を、焼割れに対して鈍感な形状に加工することを特徴とする請求項3記載の機械要素部品の製造方法。

【請求項5】 前記鋼材は、重量%でC:0.6～0.9%, Si:0.15～0.35%, Mn:0.3～0.9%, Ni:0.4%以下, Cr:1.0%以下及びMo:0.25%以下を夫々含有する鋼材であることを特徴とする請求項3又は4記載の機械要素部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、機械要素部品及びその製造方法に係り、特に表面部に硬化層を形成して高い機械的性質が要求されるピン、軸物、歯車等の機械要素部品及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、耐摩耗性、疲労強度など高い機械的性質が要求される機械要素部品の製造方法は次のもののが知られている。

(イ) 肌焼鋼などC量の比較的少ない鋼材を、機械加工等により所定形状に加工し、浸炭焼入れ処理を施している。この浸炭処理焼入れは、加工物を高温な（一般的には900°C以上）浸炭炉に数時間～数十時間保持することにより、加工物の表面近傍のC量を増大させた後、焼入れを行い、表面部に高硬度な硬化層を形成する方法である。これにより、高負荷が要求される歯車、軸物として、多方面で利用されている。

【0003】 (ロ) C量0.5～1.0%を含有する高炭素低合金鋼を履帶用ブッシング素材とし、先ず外周側に高周波焼入れを施す。この焼入では、内周面硬度を所定硬度以上にしないと共に、外周表面から内周有効硬化層の一部までの範囲を、有効硬さ以上にする。次に、外周表面を冷却しつつ、内周側に高周波焼入れを施した後、焼戻しを行っている（例えば、特開平5-78745号公報参照）。これにより、良好な機械的性質を有す

2

る履帶用ブッシングを得ると共に、熱処理コストを低減している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術には次のような問題点がある。上記（イ）においては、浸炭処理は長時間を要し、製造コストが高いという問題がある。また、浸炭の際、浸炭ガスに含まれる水分や二酸化炭素により、加工物表面は浸炭されると同時に酸化され、これにより粒界酸化層を生じる。この粒界酸化層は、部品に負荷が加えられた場合、破壊起点になり易い問題がある。また、（ロ）に関しては、外周側からの高周波焼入れ時に、内周表面及び内周有効硬化層の一部までの範囲が、所定の硬度に制御されない場合、次工程の内周側焼き入れ時に割れを生じる危険がある。従って、高周波焼入れ時に高度な制御が要求され、素材組成、熱処理条件等の厳しい管理が必要になると共に、多様な部品の形状、寸法等に対応しがたいという問題がある。

【0005】 本発明は、上記従来技術の問題点に着目し、短時間な熱処理でコストを低減すると共に、多様な寸法形状の部品に対しても、容易に所望される機械的性質を得ることができる機械要素部品及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明に係る機械要素部品は、C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材からなり、表面部には硬化層を形成し、内部には未硬化部を形成すると共に、シャープエッジを形成しやすい表面部分が焼割れに対して鈍感な形状であることを特徴とする。また、前記焼割れに対して鈍感な形状は、所定の焼割れ感受性値となる形状である。本発明に係る機械要素部品の製造方法は、C量0.6～0.9重量%を含有する鋼材を所定の形状に加工し、前記加工物に高周波焼入れを施して前記加工物表面に硬化層を形成した後、前記加工物を焼戻しすることを特徴とする。また、前記所定の形状に加工する際、シャープエッジを形成する表面部を、焼割れに対して鈍感な形状に加工する。さらに、前記鋼材は、重量%でC:0.6～0.9%, Si:0.15～0.35%, Mn:0.3～0.9%, Ni:0.4%以下, Cr:1.0%以下及びMo:0.25%以下を夫々含有する鋼材である。

【0007】

【作用】 上記構成による本発明の作用を説明する。まず、機械要素部品は、C量0.6～0.9重量%と高炭素な鋼を素材にすることで、表面部のC量増大を目的とする浸炭処理が不要であり、高周波焼入れ等の焼入れにより表面部に硬化層が形成できる。内部には、素地部といわれる、比較的硬度の低い未硬化部を形成している。これらにより、良好な耐摩耗性を有すると共に韌性があ

り、機械的性質が良い。また、シャープエッジを形成しやすい表面部分、即ち、焼入れ時に焼割れを生じやすい部分は、シャープエッジを形成しない形状、或いは、所定の焼割れ感受性値となる形状であるので、ヘアクラック等の焼割れが存在せず、高負荷下での使用でも信頼性が確保される。

【0008】次に、機械要素部品の製造方法は、高炭素鋼材を機械加工等の前加工により、所定の形状にするが、シャープエッジを形成する部分がある場合は、シャープエッジ部を取り除いて鈍感な形状に加工する。加工後、この加工物を高周波により短時間で急速に加熱するので、結晶粒の粗大化が防止されると共に、浸炭処理で生じる様な酸化層形成が防止され、優れた表面清浄度が得られる。この高周波加熱により、加工物表面部はオーステナイト温度領域等焼入れ温度に加熱され、続いて一般的な冷却材により良好に焼入れされる。従って、短時間での機械要素部品製造が、可能となる。従来は、本発明のような高炭素鋼の加工物を焼入れる場合、加工物表面部に焼割れを生じることが多いため、信頼性の要求される歯車、ピン、軸物等の機械要素部品には向きとされていた。

【0009】しかし、発明者らはこの焼割れ原因を研究*

鋼種	C	S i	Mn	N i	C r	M o
本発明鋼A	0.80	0.25	0.60	0.01	0.05	0.01
本発明鋼B	0.82	0.26	0.65	0.01	1.00	0.25
本発明鋼C	0.83	0.25	0.64	0.40	0.50	0.20
比較鋼D	0.50	0.25	0.80	0.01	0.10	0.01
比較鋼E	0.95	0.25	0.55	0.02	0.10	0.03
比較鋼F	0.19	0.22	0.80	0.01	0.98	0.20

【0012】(1) C

Cは焼入れ硬度を決定する元素であり、概ねC量の増加に対応して焼入れ硬度は高くなる。本発明鋼のC量は、一般的な浸炭処理後の表面C量に相当するように選定してあるが、このC量は0.6%以上でよい。例えば高周波焼入れの場合、C量が0.6%を越えると、焼入れ硬度はほぼ飽和するので、必要に応じて選定してよい。一方、C量が0.9%を越えると、加熱温度にもよるが、焼入れ後の残留オーステナイトが多量存在し、焼入れ硬度はむしろ低下する。以上より、C量は、0.6%~0.9%とした。浸炭品と同様な表面硬度等を要求される場合は、C量が0.8~0.9%が好ましい。

(2) S i 及びMn

*した結果、焼割れが加工物のシャープエッジに発生しやすいことを解明し、シャープエッジを形成しない形状に加工することで、焼割れを生じることなく、所定の硬化層を形成できることを見いたした。従って、シャープエッジを形成しない前加工により、一般的な方法及び条件での焼入れが可能になり、しかも加工物のマクロな形状寸法に制限されないので、種々の機械要素部品に対応できる。また、鋼材の各成分の添加量は、適用される機械要素部品の要求特性に対応して選定することで、所望する機械的性質を得ることができる。

【0010】

【実施例】以下に、本発明に係る機械要素部品及びその製造方法の実施例につき、図面を参照しつつ詳述する。本発明の一実施例となる工程概要を示す図1に基づいて説明する。先ず使用した鋼種に關し、本発明鋼A、B、Cの3種の成分(添加量は重量%)を表1に示す。本発明鋼は、C量が0.8~0.9%程度の、いわゆる共析鋼をベースにしており、各成分の添加理由とその添加量について述べる。

【0011】

【表1】

S i 及びMnは、焼入れ性と強度を確保する上で重要である。S i量、Mn量は、夫々0.15~0.35%、40 0.3~0.9%としてある。

(3) N i、C r 及びM o

これらの元素は、焼入れ性の調整、結晶粒の微細化、強度確保、粒界の強化等を目的として添加してある。添加量は、機械要素部品の要求特性等により決定され、添加しなくても良い。以上から、N i量、C r量、M o量は、夫々0.4%以下、1.0%以下、0.25%以下、としてある。

【0013】また、表1の比較鋼D、Eは、C量が0.5%、0.95%であり、高炭素低合金系の鋼である。

比較鋼Fは、一般的な肌焼鋼であり、図1(b)に示す

浸炭処理を施して部品、試験片等としてある。

【0014】次に、前記鋼材を機械要素部品に加工するが、本実施例では、高負荷で使用されて耐摩耗性、高強度が要求されるピンを、機械要素部品の一例としている。図2は、本発明鋼A、B、Cでの機械加工後のピン10の断面を示す。ピン10は、直径D1が2.6mm、長さしが5.0mmであり、穴径D2なる貫通穴1を有している。この貫通穴1の両端部、即ちピン10の表面部には、面取り角θ120°、面取り径D3なる面取り部2が形成してある。この面取り加工は、貫通穴1加工により形成されるピン10表面部のシャープエッジを、取り除くことが目的である。なお、本実施例では、鋼材をそのまま加工したが、必要に応じ加工の前工程として、焼鈍、焼準、あるいは焼入れ焼戻し処理を行い、素材調質してもよい。

【0015】機械加工後、ピン10を焼入れ焼戻して熱処理する。本実施例の焼入れは、短時間加熱で表面清浄度の優れる高周波加熱を採用し、その条件は、周波数が150KHz、出力が80kW、送りが5.0mm/s e c、冷却材が水である。焼き入れ後、電気炉にて180~200°Cで焼戻しを行った。この焼戻し処理により、機械要素部品となるピンが得られる。なお、寸法精度、表面粗さなど、より高品質が要求される場合は、後工程として研磨を行ってもよい。図3は、本発明鋼A、B、C及び比較鋼D、E、Fの焼戻し後のピン断面の硬度分布を示す。なお、比較鋼Fは、ガス浸炭後、焼入れ焼戻ししている。本発明鋼3種の表面硬度は、浸炭品である比較鋼Fと同等以上の高硬度が得られ、比較鋼D、Eより高い。また、本発明鋼3種において、Ni、Cr或いはMoを添加した本発明鋼B、Cは、本発明鋼Aより硬化層深さが少し大きいが、ほぼ同等である。

【0016】以上のように、C量が0.8~0.9%の共析鋼をベースとする鋼材を用いて、高周波焼入れを行うことにより、表面部には硬化層を形成し、内部には未硬化部を形成する機械要素部品が得られる。しかも、浸炭品では硬化層厚さ1mm程度を得るために、5~6時間の浸炭処理が必要であるが、本実施例では、2~3分の加熱焼入れ処理で、約2mmの硬化層厚さが得られる。従って、浸炭品と比較して、同等以上の耐摩耗性を有すると共に、製造コストの大幅な低減が可能である。

【0017】次に、前述のピン10表面部にシャープエッジを形成しない面取り加工について、図2とピン10の焼割れ感受性テスト結果を示す図4で説明する。このテストに使用したピン10は、穴径D2が3~6mm、面取り径D3が3~10mmを、適宜組み合わせて加工してある。この感受性テストでは、焼入れ後のピン10表面の割れ、特に水焼入れ時に割れを生じやすい貫通穴1両端部の面取り部2の割れを、目視及びカラーチェックで検査し、割れの有無を調査した。図4から明らかなように、穴径D2に対して面取り径D3が大きい領域（斜線部）に加工することにより、焼割れを防止することができる。即ち、ドリル加工等により形成される貫通穴1両端部のシャープエッジを、面取り加工して取り除くことで、焼割れに対して鈍感な形状となる。

【0018】従って、焼割れ原因となるシャープエッジを形成しない加工をすることにより、高炭素鋼でも焼割れが防止され、しかも通常の条件での熱処理が可能となり、種々の機械要素部品に適用できる。なお、本実施例では、鈍感な形状とするために面取り加工を行ったが、この面取りは曲面でもよい。また、焼割れを生じない焼割れ感受性値は、図4の斜線部に限定されるものではなく、部品の形状、寸法等に応じて、予め求めておけば良い。

【0019】次に、本発明により得られる機械的性質に関し、図5に回転曲げ疲労試験結果（試験片は平滑材を使用）、図6にローラピッキング試験結果を示す。両試験とも、本発明鋼Aと比較鋼Eを使用し、夫々上述の熱処理を施した試験片で行った。図5、図6から明らかなように、本発明鋼の曲げ疲労強度及びピッキング強度共に、比較鋼E（浸炭品）と同等以上の強度を有する。また、本発明鋼A、B、Cと比較鋼D、E、Fによる試験片での強度比較を表2に示す。ここで、曲げ疲労強度は、平滑材での10⁷回応力、またピッキング強度はローラピッキング試験での10⁷回応力に基づき、比較鋼E（浸炭品）を1とする指標表示である。本発明鋼はいずれも、比較鋼Eより高強度な耐久性を有しており、比較鋼D及びEに対しても、少なくとも同等以上の強度である。

【0020】

【表2】

鋼種	曲げ疲労強度（指数）	ピッキング強度（指数）
本発明鋼A	1. 13	1. 16
本発明鋼B	1. 13	1. 16
本発明鋼C	1. 06	1. 14
比較鋼D	0. 97	1. 04
比較鋼E	1. 00	1. 14
比較鋼F	1	1

【0021】上記実施例では、機械要素部品としてピンについて詳述したが、他の機械要素部品、例えばクランクシャフト等の軸物部品、歯車などにも適用できる。また、熱処理条件も限定されるものではなく、例えば歯車の場合、上記実施例のように、ある1つの周波数で加熱してもよいが、低周波で歯車素地部を加熱後、より高い周波数で歯車表面部のみをオーステナイト域まで加熱して、焼き入れしてもよい。この場合は、歯車の形状に沿って、表面部に硬化層が形成される。周波数の選定は、硬化層深さの要求に応じて設定することは、一般的の高周波焼入れと同様である。

【0022】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。C量が0.6~0.9重量%と高炭素鋼に、必要に応じて合金元素を添加した素材を使用しているので、浸炭処理が不要となり、製造コストの大幅な低減が可能となる。しかも、高周波熱処理を採用することで、熱処理が短時間になり、ジャストインタイム生産にも対応できる。また、熱処理前に、焼入れ時の割れ防止となる、シャープエッジを形成しない加工を行うので、高炭素鋼にもかかわらず、形状寸法に限定されずに通常の焼入れ等熱処理を施すことが可能となる。熱処理により、表面部*

20 *には硬化層を形成し、内部には未硬化層を形成するので、良好な耐摩耗性を有すると共に、疲労強度も高く、良好な機械的性質が得られ、信頼性の高い高品質を確保することが可能である。従って、本発明の製造方法は、ピン、軸物、歯車など広範囲な部品に適用され、しかも安価で高品質な機械要素部品を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例と従来例との工程概要を示す図である。

【図2】本発明に係る機械要素部品の一例となるピンの機械加工後の断面図である。

【図3】本発明法と従来法との焼入れ焼戻し後のピン断面の硬度分布を示す図である。

30 【図4】本発明の一実施例における焼割れ感受性テスト結果を示す図である。

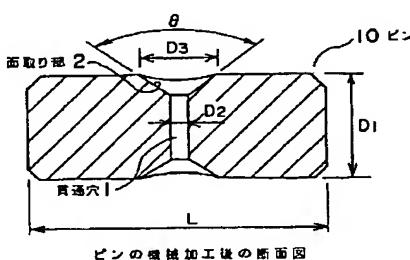
【図5】本発明法と従来法とによる試験片での回転曲げ疲労試験結果を示す図である。

【図6】本発明法と従来法とによる試験片でのローラピッキング試験結果を示す図である。

【符号の説明】

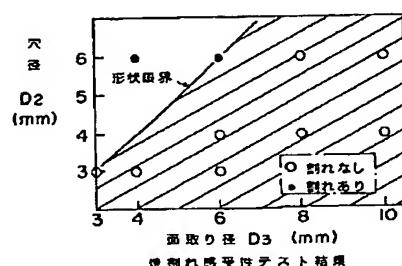
1 貫通穴、2 面取り部、10 ピン、D1 直径、
D2 穴径、D3 面取り径、θ 面取り角。

【図2】



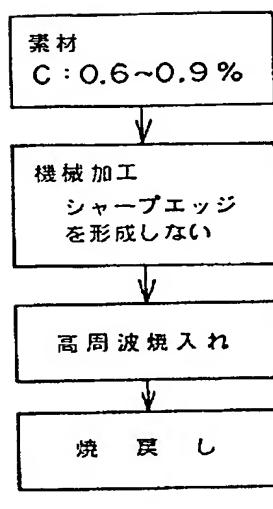
【図2】 ピンの機械加工後の断面図

【図4】

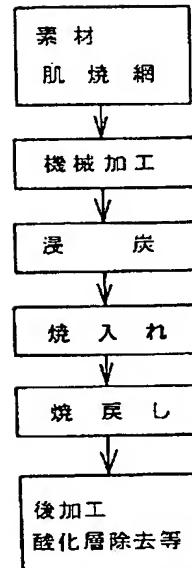


【図4】 焼割れ感受性テスト結果

【図1】

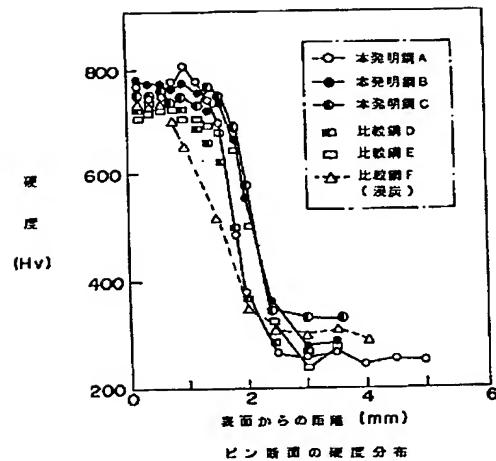


(a) 本実施例



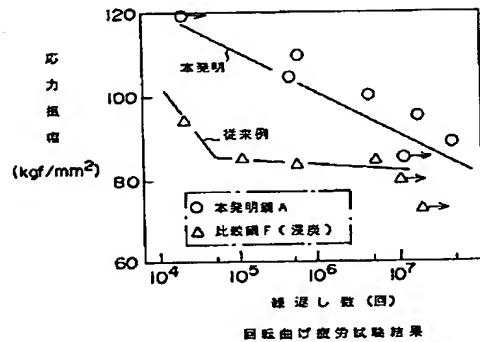
(b) 従来例(浸炭)

【図3】

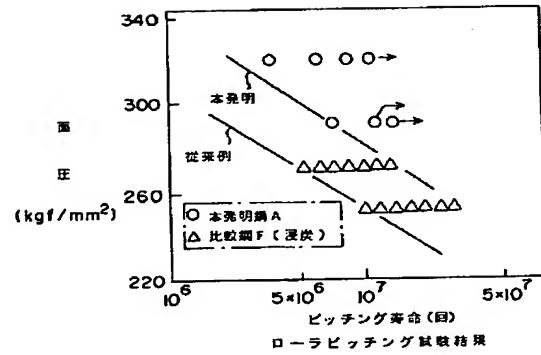


工程概要図

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int.C1.°

C 2 1 D 9/32

C 2 2 C 38/00

38/44

識別記号 庁内整理番号

A

3 0 1 Z

F 1

技術表示箇所